



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 Offenlegungsschrift
10 DE 199 17 334 A 1

51 Int. Cl.⁷:
H 04 B 17/00
H 04 B 7/216

21 Aktenzeichen: 199 17 334.6
22 Anmeldetag: 16. 4. 1999
43 Offenlegungstag: 26. 10. 2000

DE 199 17 334 A 1

BEST AVAILABLE COPY

71 Anmelder:
Siemens AG, 80333 München, DE

72 Erfinder:
Schlee, Johannes, Dipl.-Ing., 67657 Kaiserslautern, DE;
Weber, Tobias, Dipl.-Ing., 67731 Otterbach, DE;
Baier, Paul Walter, Prof. Dr.-Ing.habil., 67661 Kaiserslautern, DE;
Mayer, Jürgen, Dipl.-Ing., 67105 Schifferstadt, DE;
Bahrenburg, Stefan, Dipl.-Ing., 81477 München, DE;
Emmer, Dieter, 82319 Starnberg, DE

56 Entgegenhaltungen:

DE 197 47 369 A1
DE 42 33 222 A1

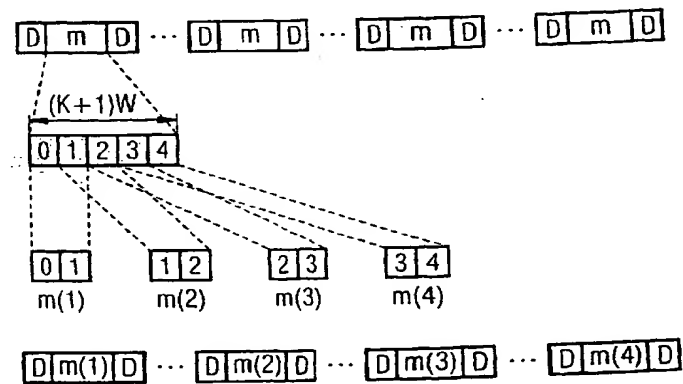
STEINER, B., JUNG, P.: Optimum and Suboptimum Channel Estimation for the Uplink of CDMA Mobile Radio Systems with Joint Detection, In: European Transactions on Telecommunications, 1994, Vol. 5, No. 1, Jan.-Feb., S. 39-50;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Mittambelstruktur für TD-CDMA-Mobilfunksysteme

57 Bei einem Verfahren zur Kanalschätzung in TD-CDMA-Mobilfunksystemen werden zur Schätzung einer einzigen Kanalimpulsantwort die für die Kanalschätzung verwendbaren Empfangswerte mehrerer Bursts verwendet, falls der Zeitraum T_{auf} , in dem die aufeinanderfolgenden Datenbursts übertragen werden, wesentlich kleiner als die Kohärenzzeit T_k ist.



DE 199 17 334 A 1

In TDMA-basierten CDMA-Mobilfunksystemen (TDMA = Time Division Multiple Access, CDMA = Code Division Multiple Access) wird zur Durchführung der Datenschatzung eine Kanalschatzung benotigt. Die Kanalschatzung in den TDMA-basierten Systemen beruht auf einer Trainingssequenz, die im allgemeinen als Mittambel bezeichnet wird, wobei die Mittambel zwischen zwei Datenbloeken angeordnet ist. Die Einheit aus Mittambel sowie den beiden Datenbloeken wird als Burst bezeichnet. Dabei ergibt sich aus Bernd Steiner: "Ein Beitrag zur Mobilfunkkanalschatzung unter besonderer Berucksichtigung synchroner CDMA-Mobilfunksysteme mit Joint Detection", Fortschrittsberichte VDI, Reihe 10, Nr. 337, Dusseldorf: VDI-Verlag 1995, daB die Lange L_m der Mittambel in TD-CDMA-Mobilfunksystemen, bedingt durch den verwendeten Algorithmus zur Kanalschatzung, direkt von der Anzahl der aktiven Teilnehmer K und der maximal erwarteten Lange W der Kanalimpulsantwort durch die Naherung

$$L_m \approx W(K+1)$$

bestimmt ist. Somit ist die Lange L_m der Mittambel ein begrenzender Faktor fur die Anzahl der aktiven Teilnehmer, die im Uplink pro Burst vorhanden sein koennen. Falls Techniken wie "Voice Activity" oder adaptive Datenraten eingesetzt werden sollen, ist es eventuell sogar erforderlich, mehr Teilnehmer zu unterstutzen, als in der Regel pro Burst tatsaechlich aktiv sind, mit anderen Worten in die Kanalschatzung einzubeziehen.

Werden ferner in der Basisstation intelligente Antennen, das heisst Antennen, die beispielsweise selektiv in Richtung des Mobilfunkteilnehmers wirken, eingesetzt, so werden im Downlink ebenfalls teilnehmerspezifische Mittambeln benotigt, so daB auch hier die Mittambellaege ein begrenzender Faktor wird.

Ferner ist es in TD-CDMA-Mobilfunksystemen mit einem Frequenz-Reusefaktor von $r = 1$ eventuell erstrebenswert, Interzell-Interferenzsignale aus Nachbarzellen in die Datenselektion mit einzubeziehen. Dazu ist es notwendig, Kanale zu den Nachbarstationen oder den Mobilstationen der Nachbarzellen mitzuschatzen.

Dies ist aber nur dann moeglich, wenn hinreichend lange Mittambeln zur Verfuegung stehen. Folglich ergibt sich die unbefriedigende Situation, daB der verbleibende, fur die Datenuebertragung zur Verfuegung stehende Anteil des Bursts desto geringer wird, je mehr Kanale geschatzt werden muessen. Daher sollen einerseits viele Kanale geschatzt werden, aber andererseits soll nur ein moeglichst kleiner Anteil des Bursts fur die Mittambel geopfert werden. Dieses Problem besteht prinzipiell nicht nur bei dem oben erwaehnten Kanalschatzverfahren der oben genannten Veroeffentlichung, sondern bei allen Schatzverfahren. Um ein hinreichend genaues Schatzergebnis erzielen zu koennen, ist daher eine Mindestanzahl von MeBwerten von der empfangenen Mittambel erforderlich.

Dieser Konflikt konnte bisher nicht zufriedenstellend geloest werden. Vielmehr wurde bisher ein Kompromiss zwischen Mittambellaege und dem zur Datenuebertragung zur Verfuegung stehenden Burstanteil gefunden. Ueblicherweise ist die Mittambellaege so dimensioniert, daB mindestens so viele Kanale geschatzt werden koennen, wie CDMA-Codes in einer Zelle gleichzeitig detektierbar sind. Die Anzahl gleichzeitig detektierbarer CDMA-Codes wird im wesentlichen durch den verwendeten Spreizfaktor und die Interzell-Interferenz bestimmt. Daher ist ein brauchbarer Kompromiss zwischen Mittambellaege und der Anzahl schatzbarer Kanale nur dann moeglich, falls der Spreizfaktor nicht zu groB ist, mit anderen Worten, wenn sich relativ wenige Teilnehmer die Datenuebertragungskapazitaet eines Bursts teilen. Dies bedingt eine fuur viele Anwendungen zu hohe minimale Datenrate und bietet wenig Spielraum zur Anwendung der oben erwaehnten kapazitaetssteigernden MaBnahmen wie Voice Activity, adaptive Datenraten, Antennendiversitaet und Elimination der Interzell-Interferenz.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zu schaffen, mit der eine Schatzung einer erhohten Kanalanzahl moeglich ist, ohne daB der Anteil des Bursts fuur die Mittambel vergroebert wird.

Die Aufgabe wird durch die Merkmale der unabhaeangigen Ansprueche 1 und 10 geloest. Bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprueche.

Als Kohaerenzzeit T_K wird der minimale zeitliche Abstand zwischen zwei Kanalimpulsantworten definiert, innerhalb dem die Kanalimpulsantworten als unkorreliert betrachtet werden koennen. Ferner gilt, daB die Kohaerenzzeit T_K umgekehrt proportional zur Geschwindigkeit eines Teilnehmers ist.

Sind nun die Kanalimpulsantworten aufeinanderfolgender Bursts nahezu gleich, das heisst, der Zeitraum T_{auf} , in dem die aufeinanderfolgenden Datenbursts uebertragen werden, ist wesentlich kleiner als die oben definierte Kohaerenzzeit T_K , so werden zur Schatzung einer einzigen Kanalimpulsantwort die fuur die Kanalschatzung verwendbaren Empfangswerte mehrerer Bursts verwendet. Dabei erfuellen insbesondere Teilnehmer mit geringer Geschwindigkeit die Bedingung

$$T_{auf} \ll T_K.$$

Vorzugsweise koennen innerhalb des Bursts kurz Mittambeln gesendet werden, wobei die Kanalschatzung dann eine aktuelle Kanalimpulsantwort aus den von den Mittambeln herruehrenden Empfangswerten $e(x)$ mehrerer aufeinanderfolgender Bursts x ermittelt. Dabei muessen die Empfangswerte so vieler Bursts bei der Kanalschatzung beruecksichtigt werden, daB die erforderliche Qualitaet zur Kanalschatzung erreicht wird. Diese Vorgehensweise ist genau dann moeglich, wenn die Kanalimpulsantworten innerhalb des Zeitraums, in dem die benoetigten Empfangswerte $e(x)$, $x = 1 \dots X$ empfangen werden, weitestgehend identisch sind, mit anderen Worten die Bedingung $T_{auf} \ll T_K$ erfuellt ist. Ferner kann die Mittambel um so kuertzer sein, je geringer die Geschwindigkeit einer Mobilstation ist, da dadurch die Kohaerenzzeit T_K um so groeBer ist, und eine um so hoehere Datenrate erreichbar ist.

Durch das Prinzip des stueckweisen Sendens der Mittambel kann folglich die Teilnehmerzahl erhoht werden. Laesst man die Lange der Mittambel innerhalb der Bursts allerdings gleich und interpretiert diese als Abschnitte einer langen Mittambel, so ist es moeglich, wesentlich mehr Teilnehmer unterzubringen. Daher kann das Problem der normalerweise durch die Kanalschatzung hart begrenzten Teilnehmeranzahl in TD-CDMA-Mobilfunksystemen als geloest betrachtet werden.

Ferner müssen unter der Voraussetzung der Gültigkeit der Abschätzung $T_{\text{auf}} \ll T_K$ innerhalb eines Bursts nicht zwangsläufig Mittambeln verwendet werden, sondern die Verwendung von Präambeln ist generell möglich. Vorteilhafterweise können Präambeln aufgrund ihrer Eigenschaft, daß sie nicht von der Interferenz vorhergehender Symbole gestört werden, kürzer als Mittambeln gewählt werden, wodurch beispielsweise die Datenrate erhöht wird. Sind Präambel und Mittambel gleich lang, so ermöglicht die Verwendung von Präambeln eine höhere Teilnehmerzahl.

Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung werden nachfolgend anhand der Zeichnungen beschrieben.

Fig. 1 zeigt das Aufteilen einer Mittambel in mehrere kürzere Mittambeln, und

Fig. 2 zeigt die Verwendung periodischer Mittambel-Codes.

Fig. 1 zeigt das Aufteilen einer Mittambel m in mehrere Mittambeln $m(x)$, wobei x von 1 bis X läuft. Durch das abschnittsweise Senden der Mittambel m in aufeinanderfolgenden Bursts wird die Mittambel eines Bursts verkürzt, so daß die Anzahl der schätzbaren Kanäle aufgrund der kurzen Mittambeln erhöht wird.

Die Mittambel m besteht im hier beispielhaft beschriebenen Fall aus $X = 5$ Blöcken der Länge W . Das nur von der noch nicht aufgeteilten Mittambel m herrührende Empfangssignal berechnet sich für einen beliebigen Teilnehmer k zu

$$\underline{e}_{m,i}^{(k)} = \sum_{n=0}^{n=W-1} \underline{m}_{i+W-n}^{(k)} \cdot \underline{h}_n^{(k)}, \quad i = 1, \dots, KW \quad (1)$$

Das gesamte, von den Mittambeln der Teilnehmer herrührende Empfangssignal ergibt sich durch die Überlagerung der Signale der K Teilnehmer zu

$$\underline{e}_{m,i} = \sum_{k=0}^{k=K} \underline{e}_{m,i}^{(k)}, \quad i = 1, \dots, KW \quad (2)$$

Ferner ist die Empfangsfolge e_m um W Elemente kürzer als die Mittambel, da Empfangswerte mit Interferenz aus den Datenblöcken nicht zur Kanalschätzung verwendet werden können.

Damit zur Kanalschätzung nach Aufteilen der Mittambel auf mehrere Bursts derselbe Algorithmus eingesetzt werden kann wie bisher, der auf der Empfangsfolge e_m der Länge KW basiert, muß durch die abschnittsweise Übertragung der Mittambel ebenfalls das Signal e_m entstehen. In dem Beispiel der Fig. 1 setzt sich das Signal e_m aus vier Untersignalen $\underline{e}_m = [\underline{e}_m(1), \dots, \underline{e}_m(4)]$ zusammen, wenn die Mittambel m auf $X = 4$ Bursts verteilt wird. Dabei resultieren die Empfangswerte von $\underline{e}_m(1)$ aus der Sendefolge des Mittambelteils $\underline{m}(1)$ und, da die Kanalimpulsantwort die Länge W hat, aus den $W - 1$ vorherigen Abtastwerten aus dem Block $\underline{m}(0)$. Die Empfangswerte von $\underline{e}_m(2)$ resultieren aus der Sendefolge $\underline{m}(2)$ und, da die Kanalimpulsantwort die Länge W hat, aus den $W - 1$ vorherigen Abtastwerten aus dem Block $\underline{m}(1)$. Analoges gilt für die Empfangswerte $\underline{e}_m(3)$ und $\underline{e}_m(4)$.

Nach der Übertragung der vier Bursts, wie dies in Fig. 1 dargestellt ist, kann aus den vier Empfangsfolgen das identische Signal $\underline{e}_m = [\underline{e}_m(1), \dots, \underline{e}_m(4)]$ zusammengesetzt werden, wenn die Kanalimpulsantwort konstant ist. Die Kanalschätzung kann aufwandsgünstig nach einem in dem oben genannten Artikel geschilderten Verfahren erfolgen.

Die Schätzung der Kanalimpulsantwort kann im eingeschwungenen Zustand nach dem Empfang eines jeden Bursts und damit eines jeden Teilstücks $\underline{e}_m(x)$ durchgeführt werden, wenn zum Beispiel ein zeitlich älteres $\underline{e}_m(1)$ durch ein gerade empfangenes gleichlautendes Teilstück ersetzt wird. Daher wird das Ergebnis der Kanalschätzung dem sich langsam ändernden Kanal adaptiv nachgeführt.

Fig. 2 zeigt, wie Blöcke der Mittambel aus einem in der oben genannten Veröffentlichung beschriebenen periodischen Mittambelgrundcode hervorgehen. Wenn die unterstützte Teilnehmeranzahl K ein Vielfaches der Anzahl X der Bursts ist, auf die die Mittambel aufgeteilt wird, so äußert sich die Mittambelaufteilung am Kanalschätzer als zyklisches Vertauschen der von den Teilnehmern verwendeten Mittambeln. Es kann also bei jedem Burst exakt der gleiche Kanalschätzer verwendet werden, der jeweils die Mittambelempfangssignale der letzten X Bursts verwendet. Der Schätzwert \underline{h} der Kanalimpulsantwort ergibt sich mit der konstanten, rechtszirkulanten, nur von den verwendeten Mittambelcodes abhängigen Matrix \underline{G}^{-1} zu

$$\underline{h} = \underline{G}^{-1} \underline{e}_m \quad (3)$$

Da pro Burst nur ein Teil der Empfangsfolge \underline{e}_m neu gewonnen wird, ist es nicht unbedingt erforderlich, bei jedem Burst eine vollständige Kanalschätzung durchzuführen. Da es sich um einen linearen Schätzalgorithmus handelt, kann man statt dessen aus der Differenz zwischen alter und neuer Empfangsfolge \underline{e}_m direkt die Differenz zwischen alter und neuer Schätzung der Kanalimpulsantwort bestimmen und das Schätzergebnis \underline{h} aktualisieren.

Im Beispiel der Fig. 2 ist $X = K = 4$. Der periodische Grundcode PGC ist in vier Bestandteile unterteilt, beginnend jeweils mit \underline{m}_1 , \underline{m}_{W+1} , \underline{m}_{2W+1} , sowie \underline{m}_{3W+1} . Dabei endet der periodische Grundcode PGC mit dem Zeichen \underline{m}_{KW} . Zwischen den Teilnehmern T1, T2, T3 und T4 ist der genannte Grundcode PGC jeweils immer periodisch um einen Block verschoben, wobei in der Mittambel M1 der Teilnehmers T1 die Bestandteile \underline{m}_1 sowie \underline{m}_{W+1} sendet, während der Teilnehmer T2 die Bestandteile \underline{m}_{W+1} und \underline{m}_{2W+1} , der Teilnehmer T3 die Bestandteile \underline{m}_{2W+1} und \underline{m}_{3W+1} sowie der Teilnehmer T4 die Bestandteile \underline{m}_{3W+1} und \underline{m}_1 in dieser Reihenfolge sendet. Entsprechend werden in den Mittambeln M2 bis M4 die in Fig. 2 jeweils darüber angeordneten 8 Bestandteile des periodischen Grundcodes PGC gesendet. Dabei wird Mittambel M1 im ersten Burst B1 gesendet, während die Mittambeln M2 bis M4 in den entsprechenden nachfolgenden zweiten bis vierten Bursts gesendet werden. In Fig. 2 ist im Teilbild rechts unten die Bestandteile der ersten im ersten Burst B1 gesendeten Mittambel M1 dargestellt.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Kanalschätzung in TD-CDMA-Mobilfunksystemen, **dadurch gekennzeichnet**, daß zur Schät-

- zung einer einzigen Kanalimpulsantwort h die für die Kanalschätzung verwendbaren Empfangswerte $e_m(x)$, $x = 1 \dots X$ mehrerer Bursts verwendet werden, falls der Zeitraum T_{auf} in dem die aufeinanderfolgenden Datenbursts übertragen werden, wesentlich kleiner als die Kohärenzzeit T_K ist.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Bedingung $T_{\text{auf}} \ll T_K$ für Teilnehmer mit geringer Geschwindigkeit zutrifft.
 3. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die zur Kanalschätzung notwendige Mittambel m auf mehrere Teil-Mittambeln $m(x)$ mit $x = 1 \dots X$ aufgeteilt wird, wobei jede Teil-Mittambel $m(x)$ in einem Burst einer Folge von X Bursts gesendet wird, so daß sich die Gesamt-Mittambel m aus den Teil-Mittambeln $m(x)$ der aufeinanderfolgenden Bursts zusammensetzt.
 4. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Teilempfangswerte $e_m(x)$, $x = 1 \dots X$ des Empfangssignals e_m so vieler Bursts bei der Kanalschätzung berücksichtigt werden, daß die erforderliche Qualität zur Kanalschätzung erreicht wird.
 5. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Schätzung der Kanalimpulsantwort h im eingeschwungenen Zustand nach dem Anfang eines jeden Bursts und eines jeden Teilstücks $e_m(x)$ durchgeführt werden.
 6. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß anstelle der Mittambeln Präambeln verwendet werden.
 7. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Kanal adaptiv nachgeführt wird, indem ein zeitlich älteres Teilstück $e_m(x)$ des Empfangssignals e_m eines Bursts durch das gerade empfangene Teilstück ersetzt wird.
 8. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zur Erzeugung der Mittambeln der Teilnehmer ein periodischer Grundcode verwendet wird.
 9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß sich die Mittambel-Aufteilung am Kanalschätzer als zyklisches Vertauschen der von den Teilnehmern verwendeten Mittambeln äußert, wenn die unterstützte Teilnehmeranzahl K ein Vielfaches der Anteile X der Bursts ist, auf die sich die Mittambel aufteilt.
 10. TD-CDMA-Mobillunksystem unter Verwendung des Verfahrens nach einem der vorangegangenen Ansprüche.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

FIG 1

BEST AVAILABLE COPY

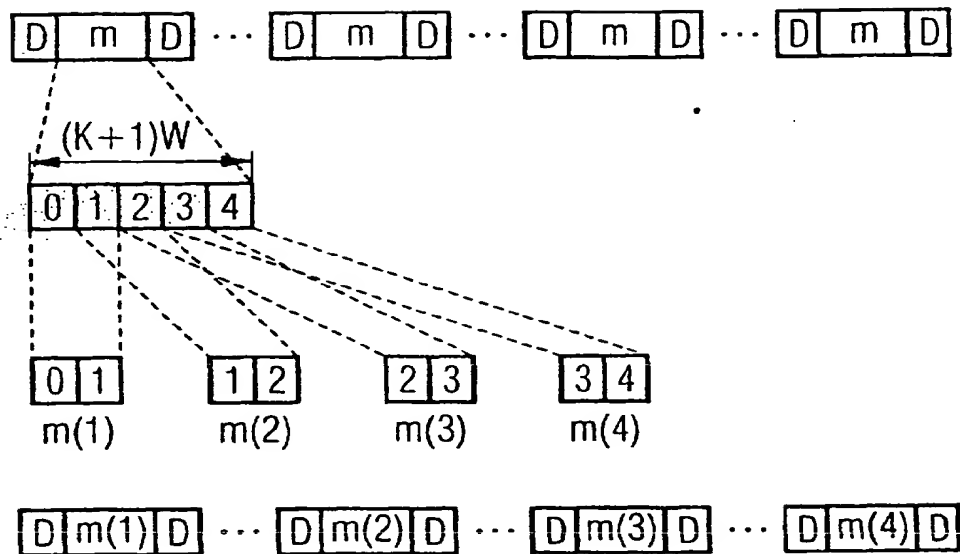


FIG 2

